

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS TAHANAN ISOLASI TRANSFORMATOR DI GARDU INDUK
150 KV BANTUL BERDASARKAN HASIL UJI INDEKS POLARISASI,
TANGEN DELTA DAN BREAK DOWN VOLTAGE**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arief Rahman Hidayat

NIM : 20150120135

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah skripsi “ANALISIS TAHANAN ISOLASI TRANSFORMATOR DI GARDU INDUK 150 KV BERDASARKAN HASIL UJI INDEKS POLARISASI, TANGEN DELTA DAN BREAK DOWN VOLTAGE” merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya tulis.

Yogyakarta, 23 Maret 2019

Penulis,



Arief Rahman Hidayat

MOTTO



“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetapkanlah bekerja keras (untuk urusan orang lain). Dan hanya kepada

Tuhanmulah engkau berharap”

- QS.Al Insyirah (94:5-8) -

“Saya tidak bisa mengubah arah angin, namun saya bisa menyesuaikan pelayaran saya untuk selalu menggapai tujuan saya.”

- Jimmy Dean -

“Sukses itu tidak diukur oleh posisi yang telah diraih seseorang dalam kehidupan, tapi hambatan yang telah ia atasi saat berusaha untuk sukses.”

- Booker T. Washington -

“Jangan biarkan apa yang tidak bisa Anda lakukan mengganggu apa yang bisa Anda lakukan.”

- John Wooden -

HALAMAN PERSEMBAHAN



Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua (Bapak Enang Leksana dan Ibu Ratna) yang selalu mendoakan saya dan membimbing saya dalam segala hal kebaikan dan semoga selalu di beri perlindungan ALLAH SWT
2. Kakaku tercinta (Farah Erna Sari dan Sulistyanto) yang selalu memberikan semangat dan motivasinya kepada saya
3. Adiku tersayang (Rafli Nur Aziz) yang telah memberikan kebahagiaan.
4. Bapak dan ibu Supardi yang telah memperbolehkan untuk tinggal di kos nya selama saya kuliah di Yogyakarta.
5. Teman-teman seperjuanganku Teknik Elektro C 2015 yang selama ini telah belajar bersama semenjak semester 1 hingga saat ini.
6. Teman-teman dari “Mugiwara Squad” yaitu Angga, Andi, Abduh dan Raziv yang telah menjadi teman bermain dan keluarga selama saya kuliah di Yogyakarta.
7. Teman-teman terdekat saya di Teknik Eletro C 2015 yaitu Girin, Bagas, Restu, Fajar, Alit, Alief dan Duanda yang telah mau berteman dengan saya selama kuliah.
8. Teman-teman dari “RAVA” yaitu Arizki, Ayu dan Fauzan yang telah menjadi sahabat terbaik saya semasa SMA dan telah melakukan hal-hal seru bersama.
9. Hanif Aziz Syafiq sebagai sahabat saya dari kecil yang telah berjuang bersama-sama dalam menggapai cita-cita.
10. Teman-teman dari KKN 049 serta seluruh warga Pedukuhan Beteng yang telah menjadi keluarga baru dan menjadi bagian cerita saya, teman hidup selama satu bulan yang memeberikan pengalaman yang tak terlupakan.
11. Calon istri saya yang hingga saat ini masih dirahasiakan oleh Allah SWT.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Rabbil' Alamin puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya dengan berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan Skripsi dengan judul “ **ANALISIS TAHANAN ISOLASI TRANSFORMATOR DI GARDU INDUK 150 KV BANTUL BERDASARKAN HASIL UJI INDEKS POLARISASI, TANGEN DELTA DAN BREAK DOWN VOLTAGE** ”, yang diajukan sebagai syarat untuk menempuh jenjang Strata Satu Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Salawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan dan panutan dalam segala tingkah dan perbuatan yang kita lakukan sehingga dapat bernilai ibadah di sisi Allah SWT, Aamiin.

Penulisan skripsi ini adalah sebuah langkah untuk memberikan sumbangsih keilmuan, dalam penulisan skripsi ini penulis memperoleh banyak sekali bantuan, bimbingan serta arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph. D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengerahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng sebagai Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengerahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas segala ilmu yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan studi Strata Satu penulis.
6. Staff dan karyawan Tata usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu dan memberikan informasi kepada penulis.
7. PT. PLN (Persero) Gardu Induk 150 kV Bantul yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian sehingga bisa mengolah data hasil penelitian menjadi bahan analisis pada Tugas Akhir ini.
8. Bapak Dani selaku SPV di Gardu Induk 150 kV Bantul yang telah membimbing dan memabagi ilmunya selama penulis melakukan penelitian di Gardu Induk 150 kV Bantul.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulisan sangat mengharapkan kritik serta saran yang dapat membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin ya Robbal Alamin.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 23 Maret 2019

Penulis,

Arief Rahman Hidayat.

INTISARI

Isolasi pada transformator merupakan salah satu komponen yang sangat penting. Sehingga kualitas tahanan pada isolasi transformator sangat perlu diperhatikan kondisinya. Untuk mengetahui kondisi dari isolasi transformator harus melakukan beberapa pengujian yaitu indeks polarisasi, tangen delta dan *break down voltage*. Pada penulisan tugas akhir ini, ketiga pengujian tersebut dilakukan pada Trafo 1 di Gardu Induk 150 kV Bantul . Pengujian indeks polarisasi sendiri merupakan pengujian arus bocor pada isolasi transformator dengan membandingkan hasil uji selama 1 menit dengan hasil uji selama 10 menit. Sementara tangen delta merupakan pengujian arus bocor kapasitif pada isolasi transformator. Dan *break down voltage* merupakan pengujian kemampuan tegangan tembus pada minyak isolasi transformator.

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui nilai indeks polarisasi transformator pada tahun 2016 dan tahun 2018 rata-rata nilai antar belitannya sudah berada di rating 1,25-2,0. Sementara untuk hasil uji tangen delta pada tahun 2016 dan tahun 2018 nilai antar bagian kapasitif nya sudah berada di rating 0,18%-0,36%. Dan untuk hasil uji *break down voltage* pada tahun 2016 dan tahun 2018 rata-rata nilai tegangan tembusnya 43,9 kV/mm-65,5 kV/mm.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi isolasi transformator pada tahun 2016 dan 2018 dalam keadaan baik. Walaupun terjadi di penurunan kondisi isolasi transformator pada tahun 2016. Namun pihak PLN sudah melakukan perbaikan dan pemeliharaan terhadap isolasi transformatornya. Ini terlihat karena adanya peningkatan kualitas isolasi transformator pada tahun 2018. Perbaikan dan pemeliharaan isolasi transformator ini dilakukan untuk memaksimalkan sistem kerja dan umur dari transformator.

Kata kunci: Transformator, Tahanan Isolasi, Indeks Polarisasi, Tangen Delta,
Break Down Voltage.

ABSTRACT

Insulation on the transformer is a very important component. So that the quality of the prisoner in the transformer insulation is very important. To find out the condition of the isolation transformer must do some testing, namely poalarization index, delta tangent and break down voltage. At the writing of this thesis, the three tests were carried out at Transformer 1 at the 150 kV Substation of Bantul. Polarization index testing itself is a test of leakage current in the transformer insulation by comparing the test results for 1 minute with 10 minutes diving test results. While the tangent delta is a test of capacitive leakage current on the transformer isolation. And break down voltage is a test of the breakdown voltage capability in transformer insulation oil.

Based on the results of the analysis, it can be seen that the transformer polarization index value in 2016 and 2018 has an average rating between 1.25-2.0. While for the delta tangent test results in 2016 and 2018 the value between the capacitive parts is already at a rating of 0.18% -0.36%. And for the break down voltage test results in 2016 and 2018 the average breakdown voltage is 43.9 kV / mm-65.5 kV / mm.

From these data it can be concluded that the conditions of transformer isolation in 2016 and 2018 are in good condition. Although there was a decline in the condition of transformer insulation in 2016. However, the PLN has made repairs and maintenance of the transformer isolation. This is seen because of the increase in the quality of the transformer insulation in 2018. The repair and maintenance of the transformer insulation is done to maximize the working system and the life of the transformer.

Keyword: Transformer, Insulation Resistance, Polarization Index, Tangen Delta, Break Down Voltage.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN I | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN II | iii |
| SURAT PERNYATAAN..... | iv |
| MOTTO | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| INTI SARI..... | ix |
| <i>ABSTRACT</i> | x |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| BAB I..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.5 Manfaat | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II..... | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 5 |
| 2.2 Dasar Teori..... | 6 |
| 2.2.1 Transformator..... | 6 |
| 2.2.2 Jenis Transformator..... | 7 |
| 2.2.3 Kontruksi Bagian-Bagian Transformator Daya | 12 |
| 2.2.4 Prinsip Kerja Transformator | 16 |
| 2.2.5 Pengujian Transformator..... | 18 |
| 2.2.6 Pengujian Isolasi Transformator | 19 |
| 2.2.7. Penuan Isolasi Transformator | 25 |
| BAB III | 28 |
| 3.1 Alat dan Bahan Penelitian..... | 28 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| 3.2 | Tempat dan Waktu Penelitian | 28 |
| 3.3 | Metode Penelitian | 29 |
| 3.4 | Langkah Penyusunan Penelitian | 29 |
| BAB IV | | 32 |
| 4.1 | Isolasi Transformator | 32 |
| 4.2 | Proses Uji Isolasi Ttransformator | 34 |
| 4.2.1 | Proses Pengujian Indeks Polarisasi | 34 |
| 4.2.2 | Proses Pengujian Tangen Delta..... | 39 |
| 4.2.3 | Proses Pengujian <i>Break Down Voltage</i> (BDV)..... | 43 |
| 4.3 | Data Hasil Pengujian Isolasi Transformator | 46 |
| 4.3.1 | Data Hasil Uji Indeks Polarisasi | 47 |
| 4.3.2 | Data Hasil Uji Tangen Delta | 47 |
| 4.3.3 | Data Hasil Uji <i>Break Down Voltage</i> (BDV)..... | 48 |
| 4.4 | Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi | 49 |
| 4.5 | Analisis Nilai Indeks Polarisasi | 52 |
| 4.6 | Perhitungan Nilai Tangen Delta..... | 53 |
| 4.7 | Analisis Tangen Delta Pada Transformator | 62 |
| 4.8 | Analisis Pengaruh Ir Terhadap Losess Daya | 63 |
| 4.9 | Analisis Pengaruh Ir Tehadap Nilai Tangen Delta | 64 |
| 4.10 | Perhitungan Nilai <i>Break Down Voltage</i> (BDV)..... | 66 |
| 4.11 | Analisis <i>Break Down Voltage</i> Transformator..... | 68 |
| BAB V | | 69 |
| 5.1 | Kesimpulan | 69 |
| 5.2 | Saran | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 71 |
| LAMPIRAN..... | | 73 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Transformator 150 kV | 6 |
| Gambar 2.2 Prinsip kerja transformator | 17 |
| Gambar 2.3 Hubungan tangen delta dengan I_c dan I_r | 20 |
| Gambar 2.4 Ilustrasi uji tangen delta transformator..... | 23 |
| Gambar 3.1 PT. PLN (Persero) Gardu Induk 150 kV Bantul | 28 |
| Gambar 3.2 Flowchart metodologi penelitian..... | 29 |
| Gambar 4.1 Hubungan Star-Star pada Trafo 1 di Gardu Induk 150 kV Bantul.... | 33 |
| Gambar 4.2 Rangkain Star-Star pada transformator | 34 |
| Gambar 4.3 High Voltage Insulation Tester (Kyoritsu 3125)..... | 35 |
| Gambar 4.4 Diagram pengkabelan uji indeks polarisasi..... | 37 |
| Gambar 4.5 Insulation Diagnostic System (Megger Delta 4000) | 39 |
| Gambar 4.6 Diagram pengkabelan uji tangen delta | 42 |
| Gambar 4.7 Laboratory Oil Dielectric Strenght Test Set (Megger - OTS 100 AF) | 43 |
| Gambar 4.8 Grafik hasil pengujian indeks polarisasi pada Trafo 1 | 52 |
| Gambar 4.9 Grafik hasil pengujian tangen delta pada Trafo 1 | 62 |
| Gambar 4.10 Grafik pengaruh I_r terhadap losess daya | 64 |
| Gambar 4.11 Grafik pengaruh I_r terhadap nilai tangen delta | 65 |
| Gambar 4.12 Grafik hasil pengujian Break Down Voltage pada Trafo 1..... | 68 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Contoh data hasil pengujian indeks polarisasi | 18 |
| Tabel 2.2 Contoh data hasil pengujian indeks polarisasi | 21 |
| Tabel 4. 1 Data teknis Trafo 1 di Gardu Induk 150 kV Bantul..... | 29 |
| Tabel 4.2 Spesifikasi high voltage insulation tester (Kyoritsu 3125) | 31 |
| Tabel 4.3 Spesifikasi insulation diagnostic system (Megger Delta 4000)..... | 35 |
| Tabel 4.4 Spesifikasi laboratory oil dielectric strenght test set..... | 39 |
| Tabel 4.5 Data hasil uji indeks polarisasi pada Trafo 1 | 43 |
| Tabel 4.6 Data hasil uji tangen delta pada Trafo 1 tahun 2016..... | 43 |
| Tabel 4.7 Data hasil uji tangen delta pada Trafo 1 tahun 2018..... | 44 |
| Tabel 4.8 Data hasil uji Break Down Voltage pada Trafo 1 | 44 |
| Tabel 4.9 Klasifikasi kondisi hasil uji indeks polarisasi | 47 |
| Tabel 4.10 Data nilai indeks polarisasi pada Trafo 1 | 48 |
| Tabel 4.11 Klasifikasi kondisi hasil uji tangen delta | 57 |
| Tabel 4.12 Data nilai tangen delta pada Trafo 1 | 57 |
| Tabel 4.13 Data nilai Ir yang dihasilkan | 59 |
| Tabel 4.14 Data pengaruh Ir terhadap nilai tangen delta | 61 |
| Tabel 4.15 Klasifikasi kondisi hasil uji Break Down Voltage..... | 63 |
| Tabel 4.16 Data nilai BDV pada Trafo 1 | 63 |